



TITLE:

Production and decomposition dynamics of extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi in warm-temperate forests of *Chamaecyparis obtusa* (hinoki cypress)(  
Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

SCHAEFER, Holger Christian

---

CITATION:

SCHAEFER, Holger Christian. Production and decomposition dynamics of extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi in warm-temperate forests of *Chamaecyparis obtusa* (hinoki cypress). 京都大学, 2019, 博士(地球環境学)

ISSUE DATE:

2019-07-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22022>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; I am required to provide the DOI link to the formal publication on ScienceDirect:  
<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2018.07.002>

京都大学	博士（ 地球環境学 ）	氏名	SCHAEFER Holger Christian
論文題目	Production and decomposition dynamics of extraradical hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi in warm-temperate forests of <i>Chamaecyparis obtusa</i> (hinoki cypress) (暖温帯ヒノキ林における根外のアーバスキュラー菌根菌糸の生産・分解動態)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、これまでほとんど報告されていないアーバスキュラー菌（AM菌）の根外菌糸（土壤中に伸びている菌糸）の生産・分解動態を、地域的にみて研究例の少ないアジアの森林において調査した結果をまとめたもので、6章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、地球上の炭素循環における森林生態系の役割と、その中での根外菌糸の重要性が説明されている。そして、菌糸の生産と分解が地下部の炭素循環に大きな影響を及ぼすにもかかわらず、それについての研究が進んでいない原因として、1) 菌糸生産の大きな季節変動、2) AM菌の研究が少ないこと、3) 土壌下層の根外菌糸の研究がないこと、4) 土壌中炭素動態への根外菌糸の関わりがよく分かっていないことの4点を挙げている。こうした背景から、暖温帯ヒノキ林のAM菌による菌糸生産と分解の動態を明らかにすることを研究の目的とすることが説明されている。</p> <p>第2章は、根外菌糸生産の季節性を宿主植物の物質生産との関連で論じている。根外菌糸の生産は土壌水分によって影響を受けるものと一般には考えられているが、ヒノキ林では気温と正の相関を持つことが分かった。このことは根外菌糸生産が宿主植物の光合成と密接に結びついていることを示唆した。なお、この調査で得られた根外菌糸生産量の推定値は、AM菌共生樹木での最初のものである。</p> <p>第3章は、土壌の深さによる根外菌糸生産の変動を、細根量と土壌養分との関係から論じている。土壌中の菌糸量推定は表層10 cmまでの報告に限られていたが、本研究では30 cmの深さまでかなりの菌糸体が存在することが確かめられ、菌糸体量と細根量には正の相関があった。また、調査地間の比較から、土壌養分量の違いはその森林の純一次生産の違いとなっており、根外菌糸の生産量に影響を及ぼす可能性が示唆された。</p> <p>第4章は、根外菌糸の分解速度を、時間、季節および菌糸直径との関係で論じている。土壤中に埋設した菌糸は指数関数的に減少し、分解速度定数kは時間とともに変化することが示唆された。検討の結果、kが時間とともに小さくなりかつ最小値を持つモデルが最もよく当てはまった。また、直径の大きな菌糸は小さな菌糸よりも速く分解されることが分かった。以上から、根外菌糸の分解には大きな変動があるので、その理解のためにはマスバランスモデルに基づく野外での観測が不可欠であると考えられた。</p> <p>第5章は、樹木が固定した炭素の土壌での動態を明らかにするため、根外菌糸の生産、死亡率、分解を野外において推定している。分解速度を一定とするモデルとそうでないモデルとでは分解量の推定値に差が見られたが、いずれの場合においても菌糸の分解は極めて速いと考えられた。このことは根外菌糸の生産と分解が、森林土壌中</p>			

の炭素循環に重要であることを示唆していた。

第6章は、各章で示された主要な成果をまとめ、さらに考察を加え、本論文の地球環境学における意義を述べている。すなわち、本研究は暖温帯林のAM菌共生樹種において根外菌糸の生産、分解動態に関する初めての報告である。根外菌糸の生産には大きな季節変動があり、菌糸は数週間から数か月で死亡し、数日から数週間の間に分解される。植物によって固定され、土壌に供給された炭素の動態を考えると、根外菌糸は無視しえない役割を果たしているため、森林の炭素循環のより深い理解のためにさらに詳細な研究が必要とされる。

(論文審査の結果の要旨)

大気中二酸化炭素濃度の上昇が地球規模での温暖化を引き起こしていると考えられる現在、生態系での炭素循環の解明は重要な研究課題である。森林生態系に関しては、地上部の炭素動態に関する研究が活発に進められてきた一方、地下部での炭素動態については研究が極めて遅れている。特に、菌類の生産する菌糸については、そのバイオマスが極めて大きいと予想されながら、菌糸体量の正確な推定値や生成と分解の動態、生態系の炭素循環における役割についてほとんど明らかになっていない。

本論文は、森林土壌の炭素の動態を明らかにする研究の一環として菌類の菌糸を取り上げ、植物と菌根を形成する菌類の一つであるAM菌の根外菌糸の動態を暖温帯のヒノキ林において調べたものである。

本研究の生態学分野における学術的な意義は以下の通りである。1) 植物と菌根を形成する菌のうち、外生菌(ECM菌)については根外菌糸の量を測定した例があるが、AM菌についての測定は本報告が初めてである。また、2) 根外菌糸の動態に関してこれまでに報告されたデータは北欧と北米東部に集中しており、本研究はアジアの森林において初めて行われた研究である。3) 菌糸の成長は土壌水分によって大きく影響をうけるものと一般には考えられてきたが、AM菌の根外菌糸生産には特に気温の影響が大きいことを示した。このことは、温帯では気温の上昇が宿主植物の成長を促進し、結果として根外菌糸の生産と結びついている可能性を示唆した。また、4) これまでの研究では根外菌糸が土壌表層に集中しているものと考えられてきたが、本研究では30 cmまでの深さにかなりの量の菌糸が存在することを確かめた。さらに、5) 深さ方向の菌糸の分布には細根の分布と正の相関が、可給態リン濃度との間に負の相関がみられたことから、リンの少ない土壌では宿主植物がリン吸収を促進するために菌糸に炭素を与えているという、菌-植物間の相互作用の可能性を示した。6) 指数関数的に進行する菌糸の分解において、分解速度定数は一定ではなく、時間とともに変化することを本研究は確かめた。

以上に述べた生態学的な意義とともに、本研究には地球環境学において以下の意義がある。まず、陸上生態系の炭素循環において、地下部の寄与の重要性を明らかにした。この成果は地球温暖化のモデル化において、新たに考慮すべき要因を示したものと言える。また、世界の森林において多数を占めるAM菌樹種についての研究成果は、様々な森林タイプが炭素循環に対して異なる影響を及ぼすことを示唆しており、新たな研究分野の展開につながるものと考えられる。

森林の地下部において活発な炭素循環が生じており、植物との共生菌類が重要な役割を果たしていることは、大気中二酸化炭素の上昇を抑制するうえでの森林保全や、適切な森林管理のいっそうの重要性を示すものであり、森林政策に対するインパクトも大きいと言える。

以上に述べたように、本論文は地球環境学の発展に大きく貢献した。よって本論文は博士(地球環境学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和元年6月11日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、(令和2年7月31日までの間)当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公開可能日： 令和元年 7月 23日以降